タバココナジラミバイオタイプQとBにおける 交雑の可能性およびカボチャ白化症の発現能力の差

松浦 明
(宮崎県総合農業試験場)

Hybridization possibility and difference in ability to produce pumpkin silverleaf between Q-and B-biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) . Akira Matsuura (Miyazaki Agricultural Research Institute, Miyazaki, Miyazaki 880 - 0212, Japan)

タバココナジラミバイオタイプQは、2004年に国内に侵入した害虫で、その生態は不明な点が多い。そこで、宮崎県で採集したバイオタイプQを用い、バイオタイプBとの交雑の可能性およびカボチャ白化症の発現能力の差を検討した。産雄単為生殖であるタバココナジラミは、交雑が起きた場合は雌成虫が得られるが、バイオタイプQとBの雌雄成虫の組み合わせで得られた次世代成虫は全て雌成虫であり、交雑は確認されなかった。また、本葉1枚目展開初期のカボチャに両バイオタイプ成虫を接種した結果、バイオタイプBでは本葉3枚目以上の葉、まきひげおよび茎に明瞭な白化が認められた。バイオタイプQでは本葉3枚目以上の葉に白化が認められたが、バイオタイプBに比べその発生葉率は低く、発生程度は軽微、まきひげおよび茎の白化は未確認であった。なお、バイオタイプB、Qともに本葉1～2枚目に、幼虫の寄生が原因と考えられる退緑小斑点が確認された。

Key words : sex ratio, whitefly

緒 言

タバココナジラミ *Bemisia tabaci* (Gennadius) は、多くの野菜・花き類に寄生し被害をもたらす害虫として知られており、トマト黄化葉巻ウイルスやウリ類退緑黄化ウイルスの媒介虫として問題となっている(本多, 2005; 行徳ら, 2009)。タバココナジラミは、形態での区別は困難だが、遺伝子型や生態的、生化学的特徴が異なる多数のバイオタイプが存在し、分類学上のタバココナジラミは「種複合体」と考えられている(Perring, 2001)。日本国内にも複数のバイオタイプが分布している。そのうち農業害虫として問題になるのは、1989年頃に国内に侵入したタバココナジラミバイオタイプB (*B. tabaci* B biotype 以下バイオタイプB, シルバーリーフコナジラミ *B. argentifolii*) と、2004年に広島県、熊本県および鹿児島県で確認されたバイオタイプQ (*B. tabaci* Q biotype 以下バイオタイプQ) である。

バイオタイプQおよびBは、寄主植物範囲(飯田ら, 2009)、寄主植物上の生育特性(Iida et al., 2009)、葉

剤感受性(樋口, 2006; 松浦, 2006)が異なることが明らかになっている。近縁な両者の間に交雑が起こった場合、両バイオタイプの特性を有した個体群が発生し、防除上の新たな問題が発生する可能性がある。両バイオタイプの交雑については複数の試験例があり、交雑しないあるいは交雑するがその頻度は低いという結果が得られている(Moya et al., 2001; Hadjstyli, 2003)が、国内での試験事例はない。両バイオタイプは国内の広い地域で同所的に発生しているため、交雑の有無について確認する必要があると考える。

また、バイオタイプBは各種植物に着色異常症(西東, 1992; 外間ら, 1993; 松井, 1995, 1996)を引き起こすことが知られている。バイオタイプQについても、カボチャの白化症を引き起こすことが確認されているが(樋口, 2006)、発生程度や部位などについての詳細な調査はなされていない。

そこで、国内で発生しているバイオタイプQとBを用いて交雑の有無と、カボチャに対する白化症発現能力について調査を行ったので報告する。

材 料 お よ び 方 法

1. 供試個体群

バイオタイプQは2004年12月に宮崎県西都市の促成ピーマンから採集した個体群を、バイオタイプBは1989年に千葉県君津市ポインセチアから採集された個体群を、それぞれ25℃, 16L 8Dの恒温室内でキャベツ（品種名：冬丸）を用いて累代飼育し、供試した。なお、バイオタイプBは野菜茶業研究所より分譲していただいた。

2. タバココナジラミバイオタイプQとバイオタイプB間の交雑確認

タバココナジラミは産雄単為生殖である。交雑試験では、未交尾の雌雄成虫を小型の飼育容器内に入れ、次世代虫における雌成虫の出現で交雑の有無を確認した。

未交尾の雌雄成虫は以下の方法で確保した。累代飼育に使用したキャベツ株から羽化直前の4齢幼虫が多数寄生した部分を切り取り、成虫を除去した後、プラスチック容器に収容した。プラスチック容器を25℃の恒温室に置き、30分～2時間間隔で成虫を採集した。採集した成虫は生殖器の形態で雌雄を判別し、キャベツ葉片を入れたプラスチック容器に雌雄別に保管した。なお、試験には羽化24時間以内の個体を用いた。

次世代成虫は以下の方法で確保した。キャベツ葉（品種名：冬丸）に熊本農業研究センター（2004）が考案した飼育容器を固定し、雌6頭、雄3頭を放飼した。放飼虫は25℃, 16L 8Dの定温器内に10日間収容した後、除去し、次世代成虫の羽化を調査した。最初に羽化が確認された日から10日間に羽化した成虫を全て採集し、生殖器の形態で雌雄を識別、羽化雌成虫率を求めた。

試験は、バイオタイプQの雌にバイオタイプQまたはBの雄、バイオタイプBの雌にバイオタイプBまたはQの雄の組み合わせとバイオタイプQとBの雌のみの6区を設定した。なお、試験は2005年5月に1区8～9反復で実施した。

3. カボチャ白化症の発現能力の比較

試験は2005年5月16日に接種を開始した試験1と、6月27日に開始した試験2の2回実施した。本葉1枚目展開初期の黒皮カボチャ（品種名：宮崎早生一号）を5株収容したウヅカ用飼育箱を2個用意した。一方にバイオタイプQ、もう一方にバイオタイプBの雌雄成虫を300頭放飼し、25℃の恒温室（自然光条件下）に収容した。試験1は接種開始30日後に各株の全ての展開葉、試験2は接種開始35日後に各株の全ての展開

葉およびまきひげ、茎について白化症状の有無およびその程度を調査した。また、下位葉に退緑小斑点が確認されたため、退緑小斑点の程度についても調査した。調査基準は以下のとおりである。白化症状は、症状が認められない（-）、わずかに白化が認められる（±）、白化が認められる（+）、明瞭な白化が認められる（++）の4段階で、退緑小斑点症状は、症状が認められない（-）、葉の一部に認められる（±）、葉の全体にまばらにみとめられる（+）、葉全体に一樣に認められる（++）の4段階で調査した。

結 果 お よ び 考 察

1. タバココナジラミバイオタイプQとバイオタイプB間の交雑

タバココナジラミは産雄単為生殖をするため、異なるバイオタイプ間の交雑は、次世代雌成虫の有無によって確認できる。バイオタイプQまたはBの雌成虫のみを接種した試験区の羽化雌成虫率は0%であった。この結果は、供試した雌成虫が未交尾であったことを示している。また、同一バイオタイプの雌雄成虫を組み合わせた試験区の羽化雌成虫率は、バイオタイプQの雌雄で60.4%、バイオタイプBの雌雄で56.4%であった。雌成虫率は25℃条件で64.3～68.3%である（Sharaf and Batta, 1985；Lopez-Avila, 1986）。今回の試験における雌成虫率と明瞭な差が認められないことから配偶行動が正常に行われたものと推測できる。

異なるバイオタイプの雌雄成虫を組み合わせた場合、得られた次世代成虫はいずれの組み合わせも全て雄であり、雌成虫の羽化は確認できなかった（第1表）。したがって、バイオタイプQ、B間の交雑はなかったと考えられた。海外の報告において、バイオタイプQとBは交雑をしないあるいは交雑するがその頻度は低いという結果が報告されている（Moya et al., 2001；Hadjistylli, 2003）。また、他のバイオタイプ間におい

第1表 タバココナジラミバイオタイプQとBの交雑結果^{a)}

区の構成		供試虫数		反復数	羽化成虫数 ^{a)}	羽化雌成虫率 ^{b)}
♂ × ♀	♂ × ♀	♂	♀			
Q × B	B × Q	3	6	9	92.6 ± 55.3	0
B × Q	Q × B	3	6	9	50.8 ± 21.0	0
- × Q	Q × -	0	6	8	78.6 ± 29.9	0
- × B	B × -	0	6	8	66.0 ± 42.5	0
Q × Q	Q × Q	3	6	8	67.0 ± 30.5	60.4
B × B	B × B	3	6	8	80.9 ± 45.6	56.4

a) 数値は平均値 ± 標準偏差。 b) 羽化雌成虫率 = 羽化雌成虫数 / 羽化成虫数 × 100。

第2表 タバココナジラミバイオタイプQとBによるカボチャ白化症および退緑小斑点の発生^{a)}

試験1			白化症			退緑小斑点		
供試個体群	調査葉位 ^{b)}	調査葉数	発生 葉数	発生 葉率 %	発生程度 ^{c)}	発生 葉数	発生 葉率 %	発生程度 ^{c)}
バイオタイプQ	本葉5枚目	3	1	33.3	±	0	0	—
	4	5	4	80.0	±	0	0	—
	3	5	1	20.0	±	0	0	—
	2	5	0	0	—	2	40.0	± ~ +
	1	5	0	0	—	5	100.0	± ~ + +
バイオタイプB	本葉5枚目	5	5	100.0	± ~ + +	0	0	—
	4	5	5	100.0	++	0	0	—
	3	5	5	100.0	++	0	0	—
	2	5	0	0	—	5	100.0	±
	1	5	0	0	—	5	100.0	++
試験2			白化症			退緑小斑点		
供試個体群	調査葉位 ^{b)}	調査葉数	発生 葉数	発生 葉率 %	発生程度 ^{c)}	発生 葉数	発生 葉率 %	発生程度 ^{c)}
バイオタイプQ	本葉6枚目	5	3	60.0	+	0	0	—
	5	5	4	80.0	+	0	0	—
	4	5	5	100.0	± ~ +	0	0	—
	3	5	0	0	—	0	0	—
	2	5	0	0	—	5	100.0	± ~ +
	1	5	0	0	—	5	100.0	++
バイオタイプB	本葉6枚目	4	4	100.0	++	0	0	—
	5	5	5	100.0	++	0	0	—
	4	5	5	100.0	++	0	0	—
	3	5	5	100.0	± ~ + +	0	0	—
	2	5	0	0	—	5	100.0	± ~ +
	1	5	0	0	—	5	100.0	++

a) 数値は5株の合計値。 b) 調査葉位は本葉展開葉が下位葉から何番目の葉位かを示す。 c) 発生程度の調査基準は以下の基準による。白化症状は、症状が認められない(—), わずかに白化が認められる(±), 白化が認められる(+), 明瞭な白化が認められる(++). 退緑小斑点症状は、症状が認められない(—), 葉の一部に認められる(±), 葉の全体にまばらにみとめられる(+), 葉全体に一樣に認められる(++).

第3表 まきひげおよび茎における白化症の発生^{a)}

供試個体群	まきひげ	茎
バイオタイプQ	0/5 ^{b)}	0/5
バイオタイプB	5/5	5/5

a) 試験2のみの結果。 b) 発生まきひげ(茎)数/調査株数。

でも、バイオタイプBと在来系統(大泰司・岡田, 1996), バイオタイプBとバイオタイプD, KおよびM(Bedford et al., 1994)は交雑しないことが報告されている。

これらの報告と今回の試験結果から、バイオタイプQとBが交雑する頻度は非常に低く、両バイオタイプの特性を有した個体群が発生し、防除上の新たな問題が発生する危険性は低いと考えられる。なお、今回の試験では、異なるバイオタイプ間の配偶行動について調査していないため、配偶行動のどの段階で交尾が阻害されているか不明である。交雑の有無を考える場合、重要な問題であり、今後明らかにする必要がある。

2. カボチャ白化症の発現能力の比較

バイオタイプQまたはBを本葉1枚目展開初期に接種した結果、両バイオタイプとも本葉3~4枚目より上位の展開葉が白化した。その発生率、発生程度はバイオタイプで異なった(第2表, 第3表)。

バイオタイプBを放飼した株は、試験1, 2ともに本葉3枚目以上の全ての葉が白化し、その発生程度は± ~ ++と高かった(第2表)。試験2では、全ての株のまきひげや茎も明瞭に白化した(第3表)。しかし、バイオタイプQを放飼した株では、全ての株で白化症が確認されたものの、発生率、発生程度ともに低く、本葉3枚目の白化は試験1で1枚だけ確認され、その程度は±と軽微であった(第2表)。発生率が80~100%と最も高かった本葉4枚目でも、発生程度は± ~ +であり、バイオタイプBに比べて軽かった。また、バイオタイプQを放飼した株では、まきひげや茎の白化は確認されなかった(第3表)。なお、調査時に幼虫の寄生状況を観察したが、バイオ

タイプQとBの密度に明瞭な差は認められなかった。以上の結果から、バイオタイプQはBと同様にカボチャの白化症を起こす能力を有するが、その程度はバイオタイプBに比べて低いと考えられる。

両バイオタイプとも放飼株における本葉1および2枚目に白化は認められなかった。しかし、葉表に直径1~5mm程度のやや円状~不整形の退緑小斑点が確認された。バイオタイプ間の発生程度に違いは認められず、ともに本葉1枚目の発生程度は++と激しく、2枚目は±~+のやや軽い発生であった。退緑小斑点が確認された葉の裏側には、タバココナジラミの幼虫が寄生していた。バイオタイプBでは、幼虫の寄生により多くの植物で葉の寄生部位に退緑小斑点が生じることが報告されている(松井, 1995)。今回の試験でバイオタイプQでも同様に幼虫がカボチャ葉に寄生することで、寄生部位に退緑小斑点を生じさせることが明らかになった。

バイオタイプBがカボチャ以外の多くの作物に着色異常症を発生することは知られているが(西東, 1992; 松井, 1996), 国内でバイオタイプQによる着色異常症の発生の報告は少ない。バイオタイプQでは、サヤインゲンの莢の白化(上門・大園, 2008)やトマト果実の着色異常(西野ら, 2009)が明らかとなっている。しかし、バイオタイプQがその他の作物に対して、着色異常症を引き起こすかは不明であり、今後明らかにしていく必要がある。

引用文献

- Bedford I. D., R. W. Briddon, J. K. Brown, R. C. Rosell and P. G. Markham (1994) Geminivirus transmission and biological characterisation of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes from different geographic regions. *Ann. Appl. Biol.* 125 : 311-325.
- Brown, J. K. (2010) Phylogenetic biology of the *Bemisia tabaci* sibling species group. In: *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest* (Stansly P. A. and Naranjo S. E. eds.). Springer: pp. 54.
- 行徳 裕・岡崎真一郎・古田明子・衛藤友紀・溝辺 真・久野公子・林田慎一・奥田 充 (2009) 新規クリニウイルスによるメロン退緑黄化病(新称)の発生. *日植病報* 75 : 109-111.
- 樋口聡志 (2006) 熊本県におけるタバココナジラミバイオタイプQの発生状況と薬剤の殺虫効果. *今月の農業* 50 (9) : 84-88.
- 外間也子・松井正春・河野伸二・渡嘉敷唯助 (1993) タバココナジラミ新系統の放飼により発生した各種野菜の異常症. *関東病虫研報* 40 : 217-219.
- 本多健一郎 (2005) トマト黄化葉巻病と媒介コナジラミをめぐる最近の研究情勢. *植物防疫* 59 : 299-304.
- 飯田博之・北村登史雄・本多健一郎・水澤靖弥・鎌田茂・大野 徹・広瀬拓也 (2009) タバココナジラミバイオタイプQの寄主範囲. *関西病虫研報* 51 : 75-77.
- Iida H., T. Kitamura and K. Honda (2009) Comparison of egg-hatching rate, survival rate and development time of the immature stage between B-and Q-biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) on various agricultural crops. *Appl. Entomol. Zool.* 44 : 267-273.
- 上門隆洋・大蘭正史 (2008) タバココナジラミバイオタイプQによるサヤインゲンの白化莢の発生. *九病虫研会報* 54 : 109-111.
- 熊本農業研究センター (2004) シルバーリーフコナジラミ成虫の薬剤感受性検定法. 平成16年度九州沖縄農業研究成果情報.
- Lopez-Avila, A. (1986) Taxonomy and biology. In: *Bemisia tabaci: A Literature Survey of the Cotton Whitefly with an Annotated Bibliography* (M. J. W. Cock, ed.). C.A.B. International Institute of Biological Control, U. K. : 3-11.
- 松井正春 (1995) タバココナジラミ新系統(仮称: シルバーリーフコナジラミ)の発生とその防除対策. *植物防疫* 49 : 21-24.
- 松井正春 (1996) タバココナジラミの防除に関する研究. 吸汁による寄主植物の病変現象の解明. *農林水産技術会議事務局研究成果* 311 : 31-38.
- 松浦明 (2006) 宮崎県におけるタバココナジラミバイオタイプQの発生と防除対策. *今月の農業* 50 (2) : 405-411.
- Moya, A., P. Guirao, D. Cifuentes, F. Beitia and J. L. Cenis (2001) Genetic diversity of Iberian populations of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) based on random amplified polymorphic DNA-polymerase chain reaction. *Molecular Ecology* 10 : 891-897.
- 西野 実・北上 達・本多健一郎 (2009) タバココナジラミバイオタイプQの加害によるトマト着色異常果の発生. 第53回応動昆大会講演要旨集: 148 (講要).
- 大泰司誠・岡田忠虎 (1996) タバココナジラミの防除

- に関する研究, 生理, 生態の解明. 農林水産技術会議事務局研究成果311 : 8-24.
- Perring, T. M. (2001) The *Bemisia tabaci* species complex. Crop Prot. 20 : 725-737.
- 西東 力 (1992) タバココナジラミによる各種作物の異常症. 今月の農業36 (8) : 69-71.
- Sharaf, N. and Y. Batta (1985) Effect of some factors on the relationship between the whitefly *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera, Aleyrodidae) and the parasitoid *Eretmocerus mudus* (Hymenoptera, Aphelinidae). Zeitschrift für Angewandte Entmologie 99 : 267-276.
- (2010年4月28日受領 : 8月25日受理)